

PCT/JP2004/016049

02.11.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

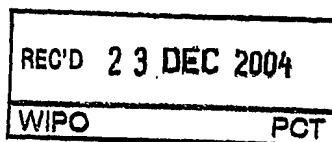
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年11月19日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-389104  
[ST. 10/C]: [JP2003-389104]

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

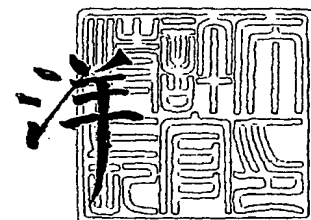


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2036450101  
【提出日】 平成15年11月19日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 C08G 61/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 脇田 尚英  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097445  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100103355  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109667  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011305  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9809938

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第 1 の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第 1 の液晶相よりも配向秩序が低い第 2 の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を有する導電性薄膜。

**【請求項 2】**

前記導電性薄膜は、所定の条件で、前記混合組成物層から前記有機半導体化合物を含む秩序が低い第 2 の液晶相を発現し任意の方向に配向させることにより、少なくとも前記有機半導体化合物の分子が所定の方向に配向するように形成してなる請求項 1 に記載の導電性薄膜。

**【請求項 3】**

前記所定の条件が、前記混合組成物層を、複数の電極を形成配置した基板上に配置し、前記電極間の少なくとも間隙部分において、前記有機半導体化合物を含む秩序が低い第 2 の液晶相が発現する所定の温度範囲下に置いていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の導電性薄膜。

**【請求項 4】**

前記第 1 の液晶相がスメクチック液晶相（S 相）であり、前記第 2 の液晶相がネマチック液晶相（N 相）であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の導電性薄膜。

**【請求項 5】**

前記有機半導体化合物は、低重合体有機半導体化合物を含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の導電性薄膜。

**【請求項 6】**

前記混合組成物層は、前記有機半導体化合物を 70～98 重量%含有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の導電性薄膜。

**【請求項 7】**

前記混合組成物層は、前記有機半導体化合物を 90～95 重量%含有することを特徴とする請求項 6 に記載の導電性薄膜。

**【請求項 8】**

液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第 1 の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第 1 の液晶相よりも配向秩序が低い第 2 の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を有する半導体層を具備した薄膜トランジスタ。

**【請求項 9】**

前記半導体層は、前記混合組成物層を、少なくともソース電極、ドレイン電極にまたがって配置し、前記両電極間の少なくとも間隙部分において、前記混合組成物層から前記有機半導体化合物を含む秩序が低い第 2 の液晶相が発現する所定の温度範囲下に置き、前記第 2 の液晶相を発現し任意の方向に配向させることにより、少なくとも前記有機半導体化合物の分子が所定の方向に配向するように形成していることを特徴とする、

請求項 8 に記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 10】**

前記第 1 の液晶相がスメクチック液晶相であり、前記第 2 の液晶相がネマチック液晶相であることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 11】**

前記有機半導体化合物は、低重合体有機半導体化合物を含むことを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれかに記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 12】**

前記混合組成物層は、前記有機半導体化合物を 70～98 重量%含有することを特徴とする請求項 8 から 11 のいずれかに記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 13】**

前記混合組成物層は、前記有機半導体化合物を 90～95 重量%含有することを特徴とする請求項 12 に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項 14】

液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第 1 の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第 1 の液晶相よりも配向秩序が低い第 2 の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して混合組成物層を形成し、これを半導体層として形成することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 15】

前記半導体層は、前記混合組成物層を、少なくともソース電極、ドレイン電極にまたがって配置し、前記両電極間の少なくとも間隙部分において、前記混合組成物層から前記有機半導体化合物を含む秩序が低い第 2 の液晶相が発現する所定の温度範囲下に置き、前記第 2 の液晶相を発現し任意の方向に配向させることにより、少なくとも前記有機半導体化合物の分子が所定の方向に配向するように形成していることを特徴とする請求項 14 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 16】

前記有機半導体化合物は、オリゴチオフエン誘導体を含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の導電性薄膜。

【請求項 17】

前記有機半導体化合物は、オリゴチオフエン系誘導体を含むことを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれかに記載の薄膜トランジスタ。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】導電性薄膜および薄膜トランジスタ

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、有機半導体化合物分子を配向させて形成した導電性薄膜およびこれを半導体層として具備した薄膜トランジスタに関する。

## 【背景技術】

【0002】

近年、有機半導体化合物などからなる有機系電子機能材料を用いることで、シリコンを用いた高温プロセスで必要とされる高コストの設備を準備することなく、室温かそれに近い低温でのプロセスで、半導体の性質を示す有機半導体を利用した導電性薄膜を半導体層とする有機半導体薄膜トランジスタ（有機TFET）、有機電界発光素子（有機EL）などの薄膜デバイスなどを実現できる可能性がある。また、上記薄膜デバイスなどを形成する基板として、機械的フレキシビリティがあつてしなやかな性質を有するプラスチック基板や樹脂フィルムなどを使用すれば、シートライクあるいはペーパーライクなディスプレイや電子機器などを実現できる可能性がある。

【0003】

従来、オリゴチオフェンなどからなる有機半導体化合物材料を使用して、これを蒸着技術などにより堆積して有機半導体層を形成することにより、 $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上のチャネルのキャリア移動度を得る薄膜トランジスタ（TFET）が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

特許文献1において、有機半導体化合物であるオリゴチオフェンは、蒸着あるいは有機溶媒に溶かして基板上に堆積され、薄膜トランジスタの半導体層として形成されている。しかし、特許文献1では、作成されたオリゴチオフェンからなる有機半導体層は堆積されているのみで、オリゴチオフェンあるいはポリチオフェンを配向させて、よりキャリア移動度を向上させる技術については全く開示しておらず、そのキャリア移動度は低い値のままである。

【0005】

また、従来の他の技術として、有機半導体膜が、側鎖に液晶性置換基が導入されたポリマーにより構成され、そのポリマーの骨格鎖の方向を、任意の方向に配列させる薄膜トランジスタが開示されている（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

特許文献2において、特に有機半導体膜におけるポリマーが、チオフェンの3位あるいは4位にフェニルシクロヘキサン（PCH）系のような液晶性置換基が導入されたポリチオフェン誘導体の液晶相を半導体層として形成されていて、液晶相における液晶性置換基の配向によりチオフェンポリマーの主鎖方向を配向させることで、薄膜トランジスタのチャネルのキャリア移動度として $6 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を得たことが開示されている。

【0007】

図5は、従来例の薄膜トランジスタの構成を示す断面概念図である。特許文献2によれば、図5に示すように、薄膜トランジスタ60は、ゲート電極63を形成した絶縁性基板61上に、ゲート絶縁膜62を介して有機半導体膜69が形成されていて、さらに、絶縁性基板61と有機半導体膜69との間には、ソース電極64及びドレイン電極65が有機半導体膜69と直接接続するように形成されている。有機半導体膜69は、PCH系液晶化合物（PCH504）-チオフェンを触媒重合法により重合し、この重合体をクロロホルム溶媒に溶かして液晶相を示させ、これをキャスト法により膜厚 $1 \mu\text{m}$ でゲート絶縁膜62、ソース電極64およびドレイン電極65に塗布して形成されている。そして、ソース電極64及びドレイン電極65上にわたって配向処理制御を行った有機半導体膜69が形成される。形成された有機半導体膜69を構成するポリマーに導入された液晶性置換基を、ラビング方向に対して平行方向に配向させることができる。ポリマーの骨格鎖

は、作製される有機半導体膜の膜厚が薄いため、側鎖である液晶性置換基に対してある一定の方向に配列するという、配向処理による液晶性置換基の配列方向を制御することを通して、有機半導体のポリマーの骨格鎖の配列方向を制御することが可能となる。

#### 【0008】

特許文献2において、有機半導体膜が、液晶性置換基が導入されたポリチオフェン誘導体の液晶性ポリマーで形成され、薄膜トランジスタの半導体層として形成されている。形成された有機半導体層は、チオフェンに液晶性置換基が導入されたポリマーであるため、液晶相において液晶性置換基が配向することによりポリマーの主鎖方向を配向させやすい。

#### 【0009】

しかし、特許文献2の技術は、ポリマーを所定の方向に配向させるために、キャリア移動度が低い値のポリマー材料分子中に、さらに電荷移動に寄与しないPCH系液晶化合物が側鎖として個々のチオフェン分子に結合した形で導入されたために、電荷移動の点では良い影響を与えず、むしろキャリア移動度が低下する材料となっていて、形成された薄膜トランジスタのチャネルのキャリア移動度は低い値を示すという問題があった。また、近い将来に必要とされる、より高性能でより微小なデバイスの応用に対応した導電性薄膜や、これを半導体層とした薄膜トランジスタを実現するためには、上記よりさらに高いキャリア移動度の特性をもつものが必要である。

#### 【0010】

そのためには、有機半導体化合物そのものの分子を所定の方向に配向させて並ばせ、かつ、その有機半導体化合物の特性を引き出してより向上させることにより、電子やホールの流れをより滑らかにさせ、導電性薄膜や半導体層としての特性をより向上させる必要がある。

#### 【0011】

有機半導体化合物分子を良好に配向させ、かつ少なくとも使用する有機半導体化合物が有する電気特性を確保してより特性を向上させた導電性薄膜や、あるいはこれを半導体層とした薄膜トランジスタの実現が望まれている。さらに、これらを利用した高精細ペーパーライクディスプレイ、超小型電子機器などの電子機器が望まれている。

【特許文献1】特開2000-029403号公報

【特許文献2】特開平09-083040号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

特許文献1では、薄膜トランジスタにおいて、作成されたオリゴチオフェンからなる有機半導体層は堆積されているのみで、オリゴチオフェンあるいはポリチオフェンを使用して、よりキャリア移動度を向上させる技術については全く開示しておらず、そのキャリア移動度は低い値を示している。

#### 【0013】

特許文献2では、有機半導体ポリマーを所定の方向に配向させるために、キャリア移動度が低い値の有機半導体ポリマー材料分子中に、さらに電荷移動に寄与しないPCH系液晶化合物を側鎖として化学的に結合させて導入しているために、有機半導体ポリマーは配向するが、電荷移動の点では良い影響を与えず、むしろキャリア移動が低下する材料あるいは方法となっていて、形成された薄膜トランジスタのチャネルのキャリア移動度は低い値のままであるという問題があった。

#### 【0014】

また、近い将来に必要とされる、より高性能でより微小なデバイスの応用に対応した導電性薄膜や、これを半導体層とした薄膜トランジスタを実現するためには、上記2つの特許文献で得られる特性よりさらに向上させる必要がある。

#### 【0015】

本発明は、このような問題に鑑みなされたもので、秩序が高い第1の液晶相を有する有

機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物との混合組成物層から、所定の条件で、有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現させることにより、有機半導体化合物分子が所定の方向に配向して、キャリア移動度をより向上させた導電性薄膜の実現と、これらを半導体層として利用した薄膜トランジスタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

【0017】

すなわち、本発明の導電性薄膜は、高温で秩序が高い第1の液晶相（対称性が低い第1の液晶相）あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を有していること、すなわち、液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第1の液晶相よりも配向秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を備えていることを要旨とする。また、具体的には、導電性薄膜は、所定の条件で、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現し任意の方向に配向させることにより、少なくとも有機半導体化合物の分子が所定の方向に配向するように形成しているものである。また、さらに具体的には、本発明の導電性薄膜における所定の条件が、混合組成物層を、複数の電極を形成配置した基板上に配置し、電極間の少なくとも間隙部分において、有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相が発現する所定の温度範囲下に置いていることを特徴とするものである。

【0018】

これにより、高温で秩序が高い第1の液晶相あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを混合して形成した混合組成物層を、所定の温度範囲下に置き、基板上に形成配置した電極間において、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現させることにより、有機半導体化合物の分子自体が所定の方向に配向して、キャリア移動度をより向上させた導電性薄膜とすることができる。

【0019】

また、好ましくは、第1の液晶相がスメクチック液晶相（S相）であり、第2の液晶相がネマチック液晶相（N相）であることを特徴とするものである。また、さらに好ましくは、有機半導体化合物は、オリゴチオフエン誘導体などの低重合体有機半導体化合物を含むことを特徴とするものである。また、望ましくは、混合組成物層は、有機半導体化合物を70～98重量%含有することを特徴とするものである。さらに望ましくは、混合組成物層は、有機半導体化合物を90～95重量%含有することを特徴とするものである。

【0020】

また、本発明の薄膜トランジスタは、高温で秩序が高い第1の液晶相あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を有する導電性薄膜、すなわち、液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第1の液晶相よりも配向秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を有する導電性薄膜を半導体層として具備したものである。また、具体的には、半導体層は、混合組成物層を、少なくともソース電極、ドレイン電極にまたがって配置し、両電極間の少なくとも間隙部分において、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相が発現する所定の温度範囲下に置き、第2の液晶相を発現し任意の方向に配向させることにより、少なくとも有機半導体化合物の分子が所定の方向に配向するように形成していることを特徴とするものである。

## 【0021】

これにより、高温で秩序が高い第1の液晶相あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを混合して形成した混合組成物層を、基板上に形成配置したソース電極、ドレイン電極間にまたがって配置し、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現する所定の温度範囲下に置き、両電極間において、第2の液晶相を発現して任意の方向に配向させることにより、有機半導体化合物の分子自体が所定の方向に配向するように形成した導電性薄膜を半導体層として利用し、チャンネルのキャリア移動度をより向上させた薄膜トランジスタとすることができる。

## 【0022】

また、さらに具体的には、第1の液晶相がスメクチック液晶相であり、第2の液晶相がネマチック液晶相であることを特徴とするものである。また、好ましくは、有機半導体化合物は、オリゴチオフェン系誘導体などの低重合体有機半導体化合物を含むことを特徴とするものである。また、望ましくは、混合組成物層は、有機半導体化合物を70～98重量%含有することを特徴とするものである。さらに望ましくは、混合組成物層は、有機半導体化合物を90～95重量%含有することを特徴とするものである。

## 【0023】

また、本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、高温で秩序が高い第1の液晶相あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して混合組成物層を形成し、これを半導体層として形成すること、すなわち、液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第1の液晶相よりも配向秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して混合組成物層を形成し、これを半導体層として形成することを特徴とするものである。また、具体的には、半導体層は、混合組成物層を、少なくともソース電極、ドレイン電極にまたがって配置し、両電極間の少なくとも間隙部分において、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相が発現する所定の温度範囲下に置き、第2の液晶相を発現し任意の方向に配向させることにより、少なくとも有機半導体化合物の分子が所定の方向に配向するように形成していることを特徴とするものである。

## 【0024】

これにより、有機半導体化合物の分子自体が所定の方向に配向するように形成した半導体層を形成し、チャンネルのキャリア移動度をより向上させた薄膜トランジスタの製造方法とすることができる。

## 【0025】

なお、以上に述べた各構成は、本発明の趣旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

## 【発明の効果】

## 【0026】

以上のように、本発明の導電性薄膜によれば、高温で秩序が高い第1の液晶相あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを混合して形成した混合組成物層、すなわち、液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第1の液晶相よりも配向秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を有し、所定の条件で、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現し任意の方向に配向させることにより、有機半導体化合物の分子自体が所定の方向に配向して、キャリア移動度をより向上させることができる。

## 【0027】

また、本発明の薄膜トランジスタによれば、高温で秩序が高い第1の液晶相あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を



示す有機化合物とを混合して形成した混合組成物層、すなわち、液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在する第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、前記有機半導体化合物の結晶化温度より高温の温度領域で、前記第1の液晶相よりも配向秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを少なくとも混合して形成した混合組成物層を有し、少なくともソース電極、ドレイン電極間において、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現させることにより、有機半導体化合物の分子自体が所定の方に配向した導電性薄膜を半導体層として使用し、チャネルのキャリア移動度をより向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。なお、以下で説明する図面において、同一要素については同じ番号を付している。

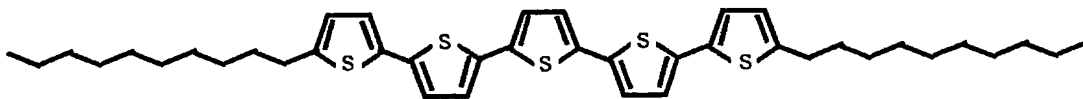
【0029】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1の導電性薄膜の作成工程を示す概念図である。図1において、煩雑のため一部の工程の図示を省略している。図1に従い、導電性薄膜1の作成について説明する。本発明における有機半導体化合物は、高温で秩序が高い液晶相（対称性が低い液晶相）あるいは潜在的に秩序が高い液晶相を有する有機半導体化合物である。具体的には、スメクチック液晶相のような秩序が高い液晶相からなる第1の液晶相を高温で有する有機半導体化合物として、さらに具体的には、例えば、高温でスメクチック液晶相を有する（化1）に示すオリゴチオフエン誘導体のような低重合体有機半導体化合物を少なくとも含む材料を使用する。上記において、有機半導体化合物が高温で秩序が高い液晶相を有するとは、少なくとも秩序が高い液晶相から結晶化する結晶化温度が室温以上に存在し、上記秩序が高い液晶相が上記結晶化温度より高温の温度範囲に存在することを意味している。

【0030】

【化1】



【0031】

（化1）に示すオリゴチオフエン誘導体は、チオフエン環Tを正逆に5個連結したDec-5T-Dec（Decは、炭素分子10個からなるアルキル基）からなる有機半導体化合物である。DSCにより測定した結果では、Dec-5T-Decは、摂氏100度から170度の高温の温度範囲でスメクチック液晶相を有し、摂氏100度以下で結晶となり、摂氏170度以上で等方性液体となる。

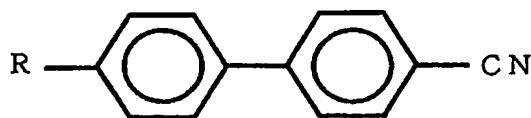
【0032】

また、上記有機半導体化合物のオリゴチオフエン誘導体と混合させる有機化合物材料として、少なくとも、秩序が低い液晶相（対称性が高い液晶相）であるネマチック相のような第2の液晶相を示す有機化合物である、例えば、（化2）の（a）、（b）に示すシアノビフェニール系、（c）のシアノターフェニール系、（以下、ビフェニール系と呼ぶ）を混合してなる液晶化合物を使用する。

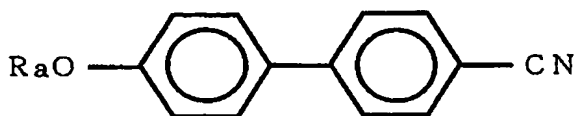
【0033】

## 【化2】

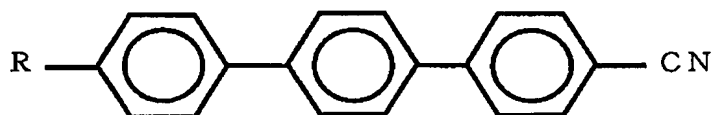
(a)



(b)



(c)



## 【0034】

有機化合物である、(化2)に示すビフェニール系液晶化合物において、アルキル基R、Raは少なくとも炭素数が3～8の直鎖あるいは分岐のアルキル基であり、これらR、Raが異なる複数成分を含むネマチック液晶化合物とする。また、これらのネマチック液晶化合物に他の系列の液晶化合物を混合して含んだ混合ネマチック液晶化合物としてもよい。また、シアノ基やフッ素基で置換していないネマチック液晶化合物も使用できる。

## 【0035】

上記において、有機化合物であるネマチック液晶相を発現させる温度範囲は、有機半導体化合物のスメクチック液晶相を発現させる温度範囲より低くても高くてもよい。

## 【0036】

図2は、本実施の形態1における有機半導体化合物と有機化合物の混合組成物の相図の例を示す概念図である。上記有機半導体化合物であるオリゴチオフェン誘導体Dec-5T-Decは、摂氏100度から170度の範囲でスメクチック液晶相を有し、摂氏170度以上で等方性液体となる。しかし、図2の相図に示すように、有機半導体化合物であるオリゴチオフェン誘導体Dec-5T-Decを93重量%と、有機化合物であるビフェニール系液晶化合物を7重量%とを混合して含んだ混合組成物は、摂氏160度から摂氏167度の温度範囲でネマチック相を発現することがわかる。

## 【0037】

図2の相図に基づき、例えば、高温で秩序が高い第1の液晶相あるいは潜在的に秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物を93重量%と、秩序が低い液晶相としてネマチック液晶相のような第2の液晶相を示す有機化合物を7重量%とを少なくとも混合した混合組成物を作成する。必要に応じて、塗布しやすいようにクロロベンゼンなどの有機溶媒を上記混合組成物に混ぜておくともよい。

## 【0038】

有機半導体化合物と有機化合物との混合比率は、使用する双方の材料種類あるいは所望の電気特性によっても異なるが、混合組成物における有機半導体化合物の量はできるだけ多い比率がよく、所望の高い特性を得やすい。望ましくは、有機半導体化合物として混合組成物の70～98重量%含むのが好ましいが、さらに望ましくは、有機半導体化合物として混合組成物の90～95重量%含むのが好ましく、さらに高い特性が得られる。しかし、本発明において、その混合比率はこれに限定するわけではない。

## 【0039】

そして、図1(a)に示すように、ガラス基板やプラスチック基板などの基板2上に少なくとも2個の電極6、7を対向して設ける。発現した第2の液晶相を配向させるために、ポリイミドをスピンコート法により膜厚100nmで成膜して焼成することで基板2上に配向膜(図示省略)を形成し、少なくとも電極6、7間にまたがって存在する配向膜上に配向処理を行った。配向処理は、液晶表示技術において基板間に注入される液晶材料を配向させる方法と同様に、配向膜表面を無塵布で任意の一定の方向に、例えば電極6、7の方向(矢印)にラビングすることにより行う。

## 【0040】

次に、図1(b)において、配向処理された基板2上の少なくとも電極6、7にまたがって、上記混合組成物の溶液(図示省略)を、滴下ノズル8から滴下法により滴下し、約1 $\mu$ mの厚さに塗布する。そして、少なくとも混合組成物の溶液部分を加温して、混合組成物の溶液から有機溶媒を飛散させ、混合組成物層3を形成する。

## 【0041】

次に、図1(c)において、電極6、7間の少なくとも間隙部分に塗布した混合組成物層3を、所定の温度範囲下に置く。所定の温度範囲とは、混合組成物層3から、(化1)のオリゴチオフエン誘導体を含んだ秩序が低い第2の液晶相であるネマチック相が発現する温度範囲という意味である。本実施の形態1における有機半導体化合物を93重量%と有機化合物を7重量%混合したものを含む混合組成物層3から、図2の相図の通り、摂氏160度から摂氏167度の温度範囲で、任意の方向に配向させた秩序が低い第2の液晶相であるネマチック相4が、電極6、7間にまたがって少なくとも間隙部分や境界に発現した。

## 【0042】

次に、図1(d)において、電極6、7間の少なくとも間隙部分や境界に発現したネマチック相4を、ゆっくりと徐冷し、冷却固化することにより、有機半導体化合物を93重量%含んだ混合組成物層3を任意の方向に配向させた導電性薄膜1を形成した。ネマチック相4を徐冷して冷却固化することにより、その混合組成と配向性を維持した固相が形成できることは、液晶技術から明らかである。作成される混合組成物層3の膜厚が薄いこと、配向処理により任意の一定の方向に配向させたビフェニール系液晶化合物に対して、これと混合している有機半導体化合物であるオリゴチオフエン誘導体におけるチオフエンが連結した骨格鎖は、ある所定の一定の方向に、例えば、電極6、7の方向に配列することとなる。従って、配向処理により、混合されたネマチック液晶相である有機化合物の配列方向を任意の方向に制御することを通して、有機半導体化合物の骨格鎖の配列方向を所定の方向に制御することが可能となる。

## 【0043】

上記において、配向処理して有機化合物を配向させる任意の方向と、その配向に伴って配列する有機半導体化合物の骨格鎖の所定方向は同じでも異なってもよく、本発明で必要なのは、有機半導体化合物が所定の方向に配列することである。

## 【0044】

本実施の形態1によって作成した導電性薄膜1のキャリア移動度は、 $10^{-2}$  cm<sup>2</sup>/Vsという高い値を得て、オリゴチオフエン誘導体を所定のほぼ一定の方向に配向させた導電性薄膜の特性の向上が確認された。これに対して、従来の方法により、オリゴチオフエン誘導体の同じ材料を使用し、これを蒸着して作製した導電性薄膜の場合には、キャリア移動度は $10^{-3}$  cm<sup>2</sup>/Vsであった。

## 【0045】

上記により、高温で秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを混合して形成した混合組成物層を、所定の温度範囲下に置き、基板上に形成配置した電極間において、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現し任意方向に配向させることにより、有機半導体化合物の分子自体が所定の方向に配向して、キャリア移動度や電気伝導率をより向上させた導電

性薄膜とすることができる。

【0046】

また、好ましくは、第1の液晶相をスメクチック液晶相、第2の液晶相をネマチック液晶相として、これらの液晶相の制御を組み合わせることにより、導電性薄膜を容易に形成することができる。また、有機半導体化合物は、オリゴチオフェン誘導体などの低重合体有機半導体化合物を含んでいて、これをほぼ均一に配向させることにより、低重合体有機半導体化合物を使用した導電性薄膜における、キャリア移動度や電気伝導率などの電気特性をより向上させることができる。

【0047】

なお、上記において、有機半導体化合物であるオリゴチオフェン誘導体は、チオフェン環を複数結合したものであり、チオフェン環を少なくとも4～6個連結して高温下におくことでスメクチック液晶相を有するのでこれらを使用できる。

【0048】

(実施の形態2)

図3は、本発明の実施の形態2の薄膜トランジスタの構成を示す断面概念図である。図1と同一要素については同じ番号を付している。

【0049】

図3において、薄膜トランジスタ20は、絶縁性の基板2上に所望の形状のゲート電極25が形成されており、さらにゲート電極25上にゲート絶縁膜23を介してチャネル層を構成する半導体層21が形成されている。また、絶縁性の基板2と半導体層21との間には、ソース電極26、ドレイン電極27が半導体層21と直接接続するように形成されている。さらに、これらゲート電極25、ソース電極26、ドレイン電極27及び半導体層21の上には、通常、保護膜が積層され、ソース電極26、ドレイン電極27には引出し電極がそれぞれ接続されるが、煩雑になるため図示を省略している。

【0050】

図4は、本発明の実施の形態2の薄膜トランジスタの作成工程を示す概念図である。また、図4において、薄膜トランジスタの作成に要する従来要素の一部については煩雑になるので図示を省略する。

【0051】

図4(a)に示したように、プラスチック基板やガラス基板などによる絶縁性の基板2表面上に、アルミニウム膜を膜厚300nmで成膜し、フォトリソグラフィおよびエッチングによりゲート電極25を形成した。続いて、ゲート電極25を覆って基板2上に、ポリイミドをスピコート法により膜厚100nmで成膜してゲート絶縁膜23を形成した。

【0052】

そして、ゲート絶縁膜23上に、導電体膜としてインジウム錫酸化膜(ITO)をEB蒸着法により基板温度100℃、膜厚300nmで成膜し、フォトリソグラフィおよびエッチングを行い、ソース電極26、ドレイン電極27を形成した。そして、少なくともソース電極26、ドレイン電極27間に存在するゲート絶縁膜23上に配向処理を行った。配向処理の方法は、実施の形態1の配向処理方法と同じように、ゲート絶縁膜23表面を任意の方向に無塵布で一方に擦る(ラビングする)ことにより行う。これにより、後述する混合組成物層に含まれる液晶性の有機化合物を、ラビング方向に対して平行方向に配向させることができる。また、上記において、配向処理したポリイミドのゲート絶縁膜23上に、ソース電極26、ドレイン電極27を形成してもよい。

【0053】

次に、図3に示したように、ゲート絶縁膜23上にチャネル層となる有機半導体膜である半導体層21を形成する。半導体層21は、以下のように、実施の形態1の導電性薄膜を形成する時と同じように形成する。

【0054】

まず、有機半導体化合物として、実施の形態1と同じように、例えば、(化1)に示す

Dec-5T-Dec からなる高温で秩序が高い液晶相であるスメクチック相を有する、オリゴチオフエン誘導体の低重合体有機半導体化合物を少なくとも含む材料を用意する。オリゴチオフエン誘導体として、チオフエン環を少なくとも 4~6 個結合した材料を使用できる。

#### 【0055】

また、有機化合物として、秩序が低い液晶相（対称性が高い液晶相）であるネマチック相のような第 2 の液晶相を示す有機化合物である、例えば、(化 2) に示すビフェニール系液晶化合物を用意する。そして、有機半導体化合物であるオリゴチオフエン誘導体 Dec-5T-Dec を 93 重量%と、上記有機化合物であるビフェニール系液晶化合物を 7 重量%とを少なくとも混合した混合組成物を作成し、塗布しやすいうようにクロロベンゼンなどの有機溶媒を上記混合組成物に混ぜておく。

#### 【0056】

次に、図 4 (b) に示すように、表面が任意の方向にラビング配向処理されたポリイミドからなるゲート絶縁膜 23 表面上に、ソース電極 26 とドレイン電極 27 にまたがって、混合組成物の溶液（図示省略）を、滴下法により約  $1\mu\text{m}$  の厚さに塗布して形成する。そして、少なくとも混合組成物の溶液部分を加温して、混合組成物の溶液から有機溶媒を飛散させ、有機半導体化合物であるオリゴチオフエン誘導体 93 重量%を含んだ混合組成物を有する混合組成物層 3 を形成する。

#### 【0057】

有機半導体化合物と有機化合物との混合比率は、使用する双方の材料種類あるいは所望の電気特性によっても異なるが、混合組成物層における有機半導体化合物の量はできるだけ多い比率がよく、所望の高い特性を得やすい。望ましくは、有機半導体化合物として混合組成物層の 70~98 重量%含むのが好ましいが、さらに望ましくは、有機半導体化合物として混合組成物層の 90~95 重量%含むのが好ましく、さらに高い特性が得られる。しかし、本実施の形態 2 において、その混合比率はこれに限定するわけではない。

#### 【0058】

次に、図 4 (c) に示すように、ソース電極 26、ドレイン電極 27 間の少なくとも間隙部分に塗布した混合組成物層 3 を、混合組成物から、(化 3) のオリゴチオフエン誘導体を含んだ秩序が低い第 2 の液晶相であるネマチック相が発現する所定の温度範囲下に置く。本実施の形態 2 における有機半導体化合物 Dec-5T-Dec 93 重量%と有機化合物 7 重量%を混合して含んだ混合組成物は、図 2 の相図の通り、摂氏 160 度から摂氏 167 度の温度範囲で、任意の方向に配向させたネマチック相 4 が、ソース電極 26、ドレイン電極 27 間の少なくとも間隙部分や境界に発現する。

#### 【0059】

次に、図 4 (d) に示すように、ソース電極 26、ドレイン電極 27 間にまたがって、図 4 (c) におけるソース電極 26、ドレイン電極 27 の少なくとも間隙部分や境界に発現したネマチック相 4 を、ゆっくりと徐冷し、冷却固化することにより、有機半導体化合物を 93 重量%含んだ混合組成物層 3 を任意の方向に配向させた有機半導体層である半導体層 21 を形成し、薄膜トランジスタ 20 を構成した。薄膜トランジスタ 20 の半導体層 21 において、配向処理により任意の一定の方向に配向させたビフェニール系液晶化合物に対して、これと混合している有機半導体化合物であるオリゴチオフエン誘導体分子、すなわちオリゴチオフエン誘導体におけるチオフエンが連結した骨格鎖は、ある所定のほぼ一定の方向に、例えばソース電極 26、ドレイン電極 27 の方向に並んで配列することとなる。

#### 【0060】

本実施の形態 2 によって作成した有機半導体層である半導体層 21 を有する薄膜トランジスタ 20 のチャネルのキャリア移動度は、 $10^{-2}\text{cm}^2/\text{Vs}$  という高い値を得て、オリゴチオフエン誘導体を所定のほぼ一定方向に配向させた半導体層の特性の向上が確認された。これに対して、従来の方法により、オリゴチオフエン誘導体の同じ材料を使用し、これを蒸着して半導体層を形成した薄膜トランジスタの場合には、キャリア移動度は 1

$0^{-3} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ であった。

【0061】

上記により、高温で秩序が高い第1の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第2の液晶相を示す有機化合物とを混合して形成した混合組成物層を、基板上に形成配置したソース電極、ドレイン電極間にまたがって配置し、混合組成物層から有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相が発現する所定の温度範囲下に置き、両電極間において、第2の液晶相を発現し任意の方向に配向させる。これにより、有機半導体化合物の分子自体が所定の方向に配向するように形成し、有機半導体化合物の分子を良好に配向させて電荷輸送の性能を高めた導電性薄膜を半導体層として利用し、チャネルのキャリア移動度をより向上させた薄膜トランジスタとすることができる。

【0062】

また、好ましくは、第1の液晶相をスメクチック液晶相、第2の液晶相をネマチック液晶相として、これらの液晶相の制御を組み合わせることにより、半導体層を容易に形成することができる。

【0063】

また、上記において、有機化合物であるネマチック液晶相の発現温度は、有機半導体化合物のスメクチック液晶相の発現温度より低くても高くてもよい。

【0064】

また、有機半導体化合物は、オリゴチオフエン系誘導体などの低重合体有機半導体化合物を含んでいて、これをほぼ均一に配向させることにより、低重合体有機半導体化合物を使用した導電性薄膜である半導体層を形成した薄膜トランジスタは、そのチャネルのキャリア移動度などの電気特性をより向上させることができる。

【0065】

なお、上記において、有機半導体化合物であるオリゴチオフエン誘導体は、スメクチック液晶相を発現するオリゴチオフエン誘導体であれば構わなく、チオフエン環の個数やアルキル基の長さを限定するものではない。

【0066】

また、上記において、有機半導体化合物として、オリゴチオフエン誘導体を使用して説明したが、ペンタセン、テトラセン、フェニレン誘導体、フタロシアニン化合物、シアニン色素などの低重合体有機半導体化合物における誘導体においてスメクチック液晶相を発現する材料を使用しても、同様に実施可能である。

【0067】

また、上記において、有機化合物としてシアノビフェニール系、シアノターフェニール系ネマチック液晶化合物を使用するとして説明したが、フェニルシクロヘキサン (PCH) 系、フェニルエステル系、フェニルピリミジン系、フェニルジオキサン系、トラン系などのほぼ棒状分子構造を有するネマチック液晶化合物や、その他の系列のネマチック液晶化合物や、これらの混合系からなる混合ネマチック液晶化合物であっても構わない。また、上記有機化合物として、上記ネマチック液晶化合物で説明したが、濃度転移型液晶 (リオトロピック液晶) を使用しても構わない。

【0068】

また、有機化合物として、シアノビフェニール系、シアノフェニルエステル系などのように、極性が強いシアノ基あるいはフッ素基などを末端につけたネマチック液晶化合物を使用する場合には、上記のように、配向膜を配向処理して混合組成物層を配向させてもよい。

【0069】

電極間や薄膜トランジスタのソース電極、ドレイン電極上に塗布した混合組成物層に、対向する電極間に電圧を印加することより、対向する電極間にネマチック液晶相を電界により配向させることができ、従って混合組成物層に含む有機半導体化合物を配向させることができる。

【0070】

また、上記において、混合組成物としては、上記有機半導体化合物と上記有機化合物を少なくとも含んでいればよく、この他に、電荷極性付与剤など他の材料を含んでいてもよい。

#### 【0071】

また、上記において、有機溶媒としては、選択する有機半導体化合物によって適宜選択することができ、上記クロロベンゼンの他に、クロロホルム、1, 2, 4-トリクロロベンゼンのような芳香族溶媒、テトラヒドロフラン、ジエチルグリコール、ジエチルエーテル等を挙げることができる。

#### 【0072】

また、上記において、混合組成物の溶液を塗布する方法としては、上記滴下法の他に、キャストイング法、スピンナー塗布法、浸漬塗布法、スクリーン印刷などの印刷法、ロール塗布法、インクジェット塗布法、スプレー塗布法などの方法を用いることができる。

#### 【0073】

また、上記において、液晶相を任意の方向へ配向させる方法としては、(1) 配向処理が施された配向膜の上に有機半導体膜を形成する上記方法、(2) 有機半導体膜に電界印加する方法、(3) 有機半導体膜に磁界印加する方法等が挙げられる。

#### 【0074】

また、上記において、配向膜としては、酸化ケイ素等の無機系配向膜又はナイロン、ポリビニルアルコール、ポリイミド、単分子膜等の有機系の配向膜が挙げられる。これらの配向膜は、斜め蒸着、回転蒸着により形成したり、高分子液晶、LB膜を用いて配向させたり、磁場による配向、スパーサエッジ法による配向、ラビング法等により一定の方向に配向させられている。なお、この配向膜は、配向膜としての作用のみのために形成してもよいし、絶縁層、ゲート絶縁膜等の種々の作用をする膜と兼ねてもよいし、絶縁性基板表面を適用してもよい。

#### 【0075】

上記において、薄膜トランジスタの半導体層として、有機半導体化合物と液晶性の有機化合物との混合組成物から形成した有機半導体層を利用するとして説明したが、有機半導体化合物と半導体性のカーボンナノチューブとを複合させた複合系半導体材料と液晶性の有機化合物との混合組成物を使用した複合系半導体層を利用しても構わない。

#### 【0076】

本発明の薄膜トランジスタは、微小な回路デバイスや高性能電子デバイスなどに適用でき、優れた特性を持つ半導体層を有する薄膜トランジスタとして提供することができる。

#### 【0077】

また、本発明に関する薄膜トランジスタは、ゲート絶縁層と、ゲート絶縁層と接触して設けた半導体層と、ゲート絶縁層の一方の側に接触して半導体層とは反対側に設けたゲート電極と、半導体層の少なくとも一方の側に接触してゲート電極に対して位置合わせしてゲート電極を挟むようにして設けたソース電極、ドレイン電極とを含む薄膜トランジスタである。本発明における薄膜トランジスタの構成は、ゲート電極を基板上のボトムに設けたボトムゲート型の薄膜トランジスタとして説明したが、ゲート電極をゲート絶縁膜上に基板とは反対側のトップに設けたトップゲート型の薄膜トランジスタの構成においても適用が可能である。

#### 【0078】

また、本発明の実施の形態2における薄膜トランジスタの作成において、ゲート電極、ソース電極、ドレイン電極に使用できる物質は、電気導電性で、基板や半導体と反応しないものならば使用可能である。ドーピングしたシリコンや、金、銀、白金、パラチナ、パラジウムなどの貴金属や、リチウム、セシウム、カルシウム、マグネシウムなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属の他に、銅、ニッケル、アルミニウム、チタン、モリブデンなどの金属、また、それらの合金も使用できる。その他、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフェニレンビニレンなどの導電性の有機物も使用できる。特に、ゲート電極は他の電極よりも電気抵抗が大きくても動作可能であるので、製造を容易にするために

ソース電極、ドレイン電極とは異なる材料を使用することも可能である。

【0079】

また、上記ゲート絶縁膜は、電気絶縁性で、基板や電極、半導体と反応しないものならば使用可能である。基板として先に例示した柔軟なもの以外に、シリコン上に通常のシリコン酸化膜をゲート絶縁膜として用いるのも可能であるし、さらに、酸化膜形成後に樹脂などの薄層を設けてもゲート絶縁膜として機能する。また、ゲート絶縁膜として、基板や電極と異なる元素で構成される化合物をCVDや蒸着、スパッタなどで堆積したり、溶液で塗布、吹き付け、電解付着してもよい。また、薄膜トランジスタのゲート電圧を下げるために、誘電率の高い物質をゲート絶縁膜として用いることも知られており、強誘電性化合物や強誘電体ではないが誘電率の大きな化合物を用いてもよい。さらに、無機物に限らず、ポリフッ化ビニリデン系やポリシアニン化ビニリデン系などの誘電率の大きな有機物でもよい。

【0080】

また、本発明の導電性薄膜や薄膜トランジスタは、薄膜形成や半導体層の形成において、従来の低温の薄膜形成技術が使用できるので、フレキシブルな曲げることが可能なプラスチック板や薄いガラス基板の他に、薄い厚さのポリイミドフィルムなどのしなやかな性質を有する樹脂フィルムなどの基板も使用できる。例えば、ポリエチレンフィルム、ポリスチレンフィルム、ポリエステルフィルム、ポリカーボネートフィルム、ポリイミドフィルム等が用いられる。これにより、プラスチックや樹脂フィルムを基板としたしなやかなフレキシブルなペーパーディスプレイあるいはシートディスプレイなどの用途を開くことができる。

【0081】

本発明の導電性薄膜や薄膜トランジスタは、これを含む半導体回路装置を利用した画像表示装置を形成することができる。画素のスイッチング素子として複数個を配置して設け、アクティブマトリクス型の画像表示装置（ディスプレイ）を構成し、プラスチック基板などの上に、マトリクス型に配置した複数本の電極の各交差点近傍に配置した微細な上記薄膜トランジスタからなるスイッチング素子で情報信号を良好な特性でON/OFFすることができる。これにより、しなやかな基板を使用した高精細な画像表示装置である、リライタブル可能なペーパーライク電子ディスプレイやシートディスプレイとすることができる。また、上記導電性薄膜や薄膜トランジスタを含む半導体回路装置として、ディスプレイの周辺駆動回路や制御回路（コントローラ）として使用することにより、ディスプレイパネルと回路を一体で製作することになるので、しなやかなりライタブル可能なペーパーライク電子ディスプレイやシートディスプレイなどの画像表示装置とすることができる。アクティブマトリクス型のディスプレイパネルとして、ペーパーライクあるいはシート状のディスプレイパネルとして、液晶表示方式、有機EL方式、エレクトロクロミック表示方式（ECD）、電解析出方式、電子粉流体方式や干渉型変調（MEMS）方式などによるディスプレイパネル方式を使うことができる。

【0082】

また、上記導電性薄膜や薄膜トランジスタを含んだ半導体回路装置により、携帯機器や無線ICタグ（RFIDタグ）などの使い捨て機器、あるいはその他の電子機器などに適用することもできる。

【産業上の利用可能性】

【0083】

本発明の導電性薄膜は、所定の条件で、有機半導体化合物を含む秩序が低い第2の液晶相を発現させることにより、有機半導体化合物分子を所定の方向に配向させた、より向上したキャリア移動度や電気伝導率を有する導電性薄膜であり、半導体回路や電子機器の部品配線などに有用である。また、これを半導体層として形成した薄膜トランジスタは、より高性能化することができ、これを使用した半導体回路装置をより超小型化高性能化させることができる。これらのデバイスを使用して、ペーパーライクあるいはシート状などの画像表示装置や、小型高性能半導体回路装置を使用した携帯機器や、無線ICタグなどの



使い捨て機器、あるいはその他の電子機器、ロボット、超小型医療器具、その他の産業分野に利用することができ、その産業上の利用可能性は非常に広く且つ大きい。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】本発明の実施の形態1の導電性薄膜の作成工程を示す概念図

【図2】本発明の実施の形態1における有機半導体化合物と有機化合物の混合組成物の相図の例を示す概念図

【図3】本発明の実施の形態2の薄膜トランジスタの構成を示す断面概念図

【図4】本発明の実施の形態2の薄膜トランジスタの作成工程を示す概念図

【図5】従来例の薄膜トランジスタの構成を示す断面概念図

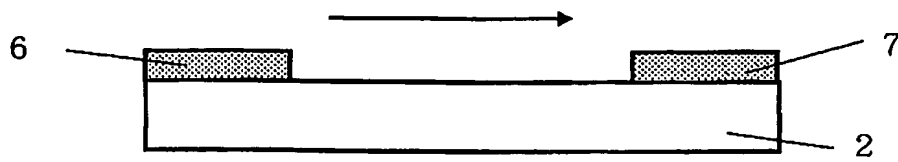
【符号の説明】

【0085】

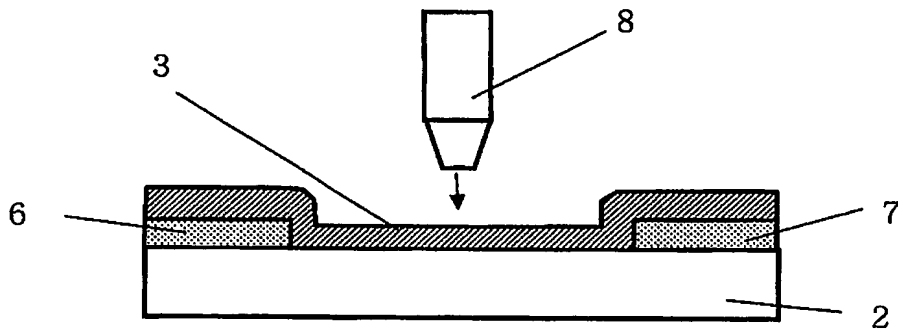
- 1 導電性薄膜
- 2, 61 基板
- 3 混合組成物層
- 4 ネマチック相
- 6, 7 電極
- 8 滴下ノズル
- 20, 60 薄膜トランジスタ
- 21 半導体層
- 23, 62 ゲート絶縁膜
- 25, 63 ゲート電極
- 26, 64 ソース電極
- 27, 65 ドレイン電極
- 69 有機半導体膜

【書類名】 図面  
【図 1】

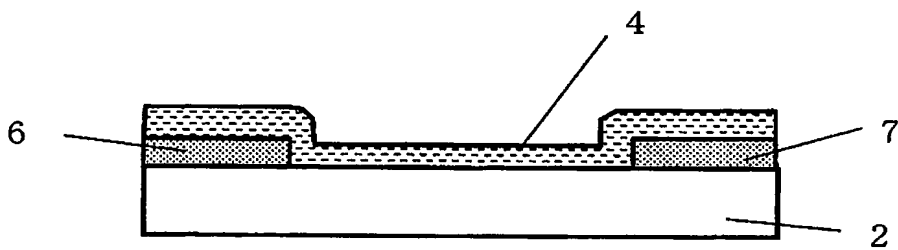
(a)



(b)

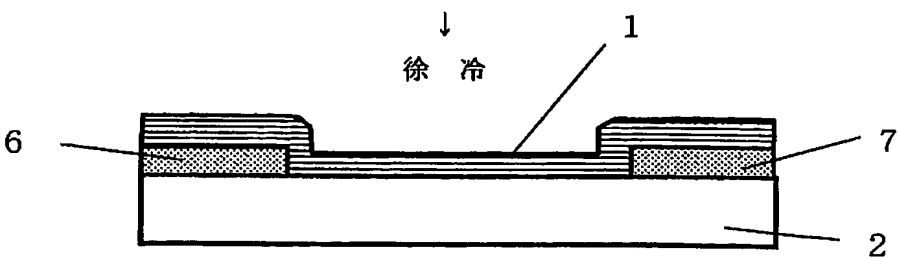


(c)

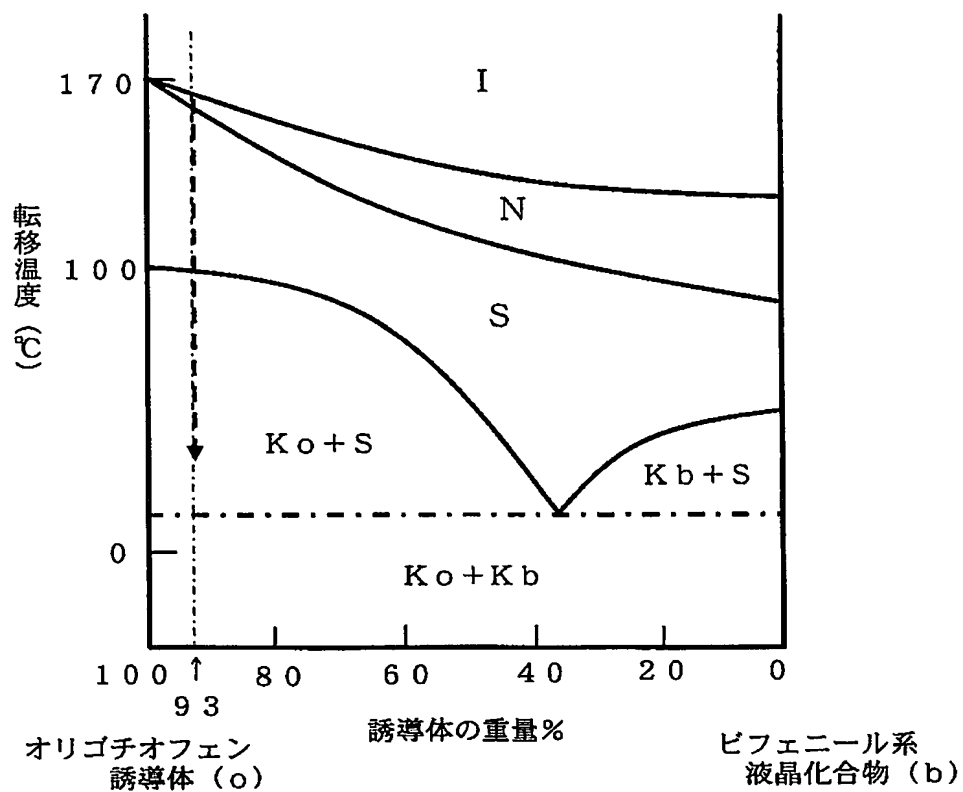


所定温度範囲下に置く

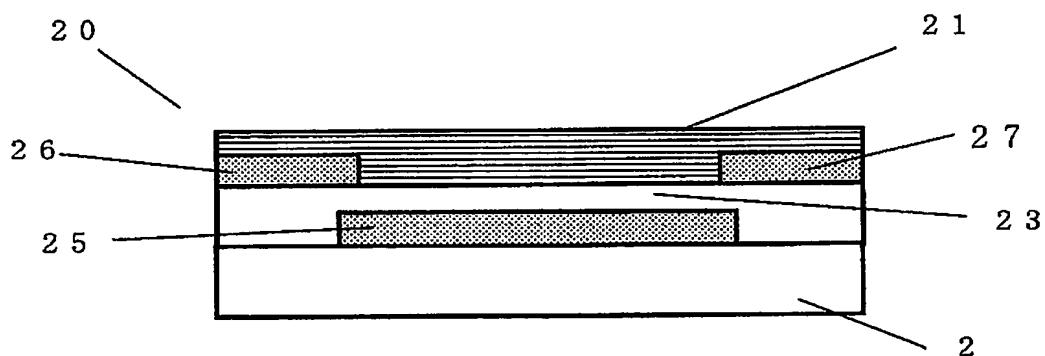
(d)



【図 2】

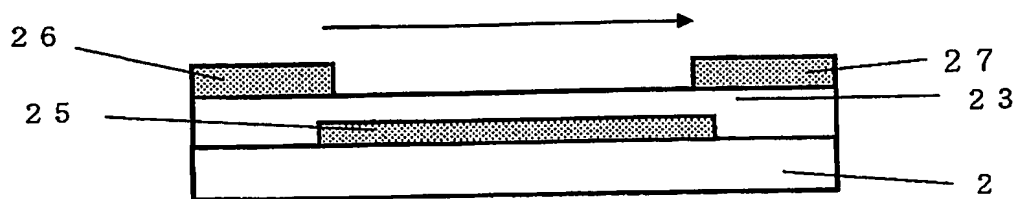


【図 3】

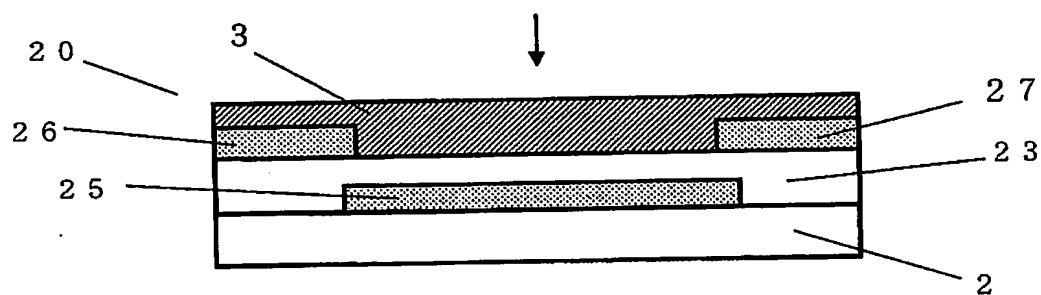


【図 4】

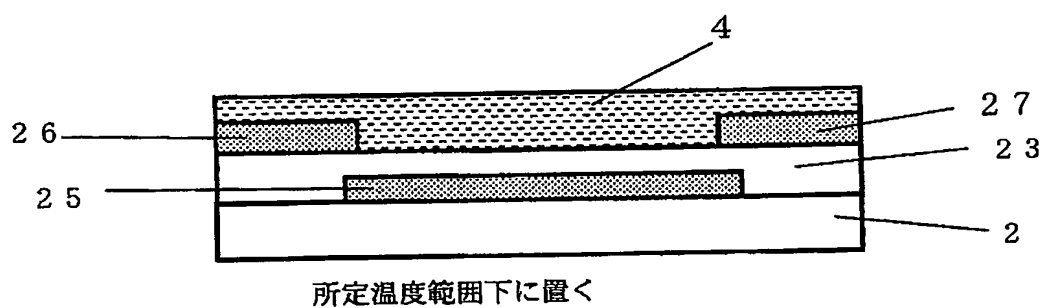
(a)



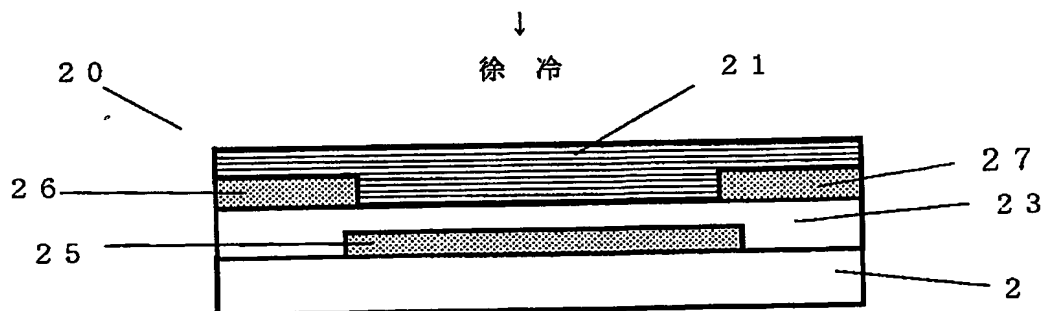
(b)



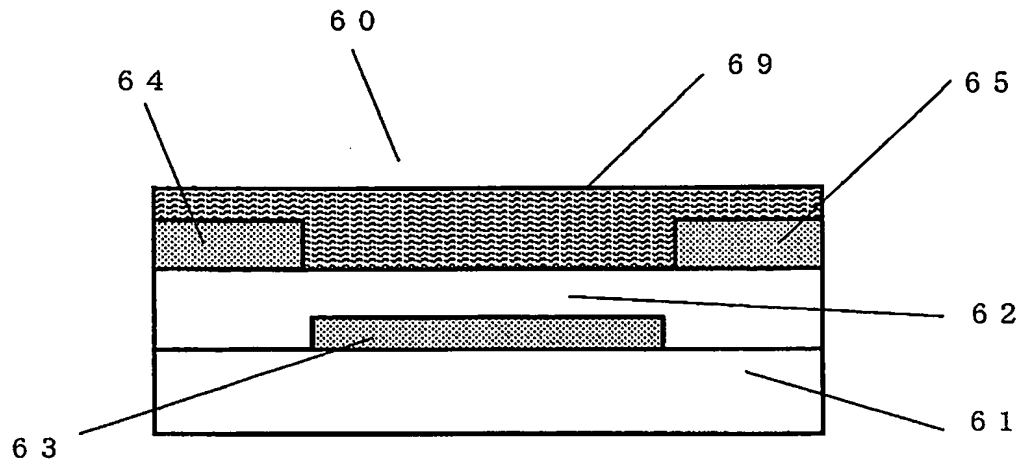
(c)



(d)



【図 5】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 秩序が高い第 1 の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第 2 の液晶相を示す有機化合物との混合組成物層から、所定の条件で有機半導体化合物を含む秩序が低い第 2 の液晶相を発現させることで、有機半導体化合物分子が所定方向に配向して、キャリア移動度をより向上させた導電性薄膜を提供すること。

**【解決手段】** 高温で秩序が高い第 1 の液晶相を有する有機半導体化合物と、秩序が低い第 2 の液晶相を示す有機化合物とを混合して形成した混合組成物層 3 を、複数の電極 6、7 を形成配置した基板 2 上に配置し、電極 6、7 間の少なくとも間隙部分において、所定の温度範囲下で、混合組成物層 3 から有機半導体化合物を含む秩序が低い第 2 の液晶相（ネマチック相 4）を発現し任意の方向に配向させることにより、少なくとも有機半導体化合物の分子が所定の方向に配向するように導電性薄膜 1 を形成する。

**【選択図】** 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 8 9 1 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変 更 年 月 日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[ 変 更 理 由 ]	新 規 登 録
住 所	大 阪 府 門 真 市 大 字 門 真 1 0 0 6 番 地
氏 名	松 下 電 器 産 業 株 式 会 社